

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

INK JET RECORD HEAD, INK JET RECORDING METHOD AND INK JET RECORDING DEVICE

Patent Number: JP5116304
Publication date: 1993-05-14
Inventor(s): NAKAJIMA KAZUHIRO; others: 01
Applicant(s): CANON INC
Requested Patent: ☐ JP5116304
Application Number: JP19910281601 19911028
Priority Number(s):
IPC Classification: B41J2/05; B41J2/175; B41M5/00
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To carry out meniscus recovery (refill) after ink discharge efficiently and discharge the ink stably and at high speed by an ink jet record head wherein film boiling is generated in the ink on a heating part, and bubbles generated when exposed to the outside air at a discharge outlet so as to discharge the ink.

CONSTITUTION: In a liquid passage 335 of a record head, grooves 332 for holding ink also at ink discharge are provided. Thus, even in a state where meniscus is retreated the most, the ink will remain not only in the neighborhood of the corner of the liquid passage but also in the grooves. Accordingly, at refilling, a contacting line of the ink and an inner wall face proceeds rapidly along the corner and the grooves.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-116304

(43) 公開日 平成5年(1993)5月14日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 4 1 J 2/05				
2/175				
B 4 1 M 5/00	M	8305-2H		
		9012-2C	B 4 1 J 3/04	1 0 3 B
		8306-2C		1 0 2 Z
審査請求 未請求 請求項の数10(全 15 頁)				

(21) 出願番号 特願平3-281601

(22) 出願日 平成3年(1991)10月28日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 中島 一浩

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72) 発明者 乾 利治

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

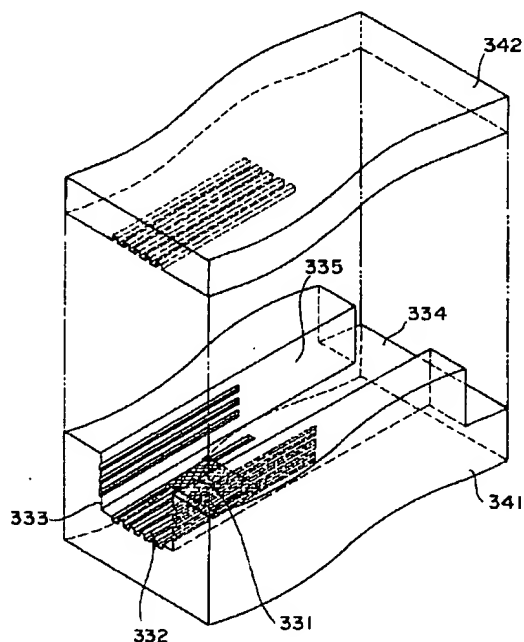
(74) 代理人 弁理士 谷 義一 (外1名)

(54) 【発明の名称】 インクジェット記録ヘッド、インクジェット記録方法およびインクジェット記録装置

(57) 【要約】

【目的】 熱作用部上でインクに膜沸騰を生じさせ、これに伴って生起されるバブルを吐出口から外気と連通させてインク吐出を行わせるインクジェット記録ヘッドにおいて、インク吐出後のメニスカス復帰（リフィル）を効率高く行い、インクを安定かつ高速に吐出できるようにする。

【構成】 記録ヘッドの液路（335）に、インク吐出時にもインクを保持するための溝（332）を設ける。これにより、メニスカス（339）が最大に引いた状態でも液路のコーナ付近だけでなく溝の中にもインクは残るようになる。このためリフィル時にはインクと内壁面との接触線はコーナと溝に沿って速やかに前進するのである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 インクを吐出させるための吐出口と、該吐出口に連通する液路と、該液路内に供給されたインクに前記吐出口から吐出を行わせるための熱エネルギーを作用させる熱作用部とを具備し、前記液路の少なくとも一部に、インクを保持するための1以上の凹部を有したことを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

【請求項2】 前記凹部は、インク吐出が生じたときにもインクを保持してインク吐出後の前記液路内へのインク再充填を促進するために設けられていることを特徴とする請求項1に記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項3】 前記凹部は前記液路に沿って連続または不連続に設けた溝であることを特徴とする請求項1または2に記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項4】 前記熱作用部上のインクに膜沸騰によるバブルが形成されるように熱エネルギーを発生する素子を有したことを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項5】 請求項1ないし4のいずれかに記載のインクジェット記録ヘッドを用い、前記熱エネルギーの作用に伴ってインク中に生起されたバブルを外気と連通させて吐出口からインク吐出を行うことを特徴とするインクジェット記録方法。

【請求項6】 前記連通時に液路は前記気泡で遮断されていないことを特徴とする請求項5に記載のインクジェット記録方法。

【請求項7】 前記連通時は、前記気泡の内圧が外気圧以下の条件で前記気泡を外気と連通させるものであることを特徴とする請求項5または6に記載のインクジェット記録方法。

【請求項8】 前記連通時は、前記気泡の吐出方向先端部の移動速度の加速度が正でない条件で前記気泡を外気と連通させるものであることを特徴とする請求項5ないし7のいずれかに記載のインクジェット記録方法。

【請求項9】 前記熱作用部の吐出口側端部と前記バブルの吐出口側端部との距離 L_a が前記熱作用部の前記吐出口とは反対側の端部と前記バブルの前記吐出口とは反対側の端部との距離 L_b に対して、 $L_a/L_b \geq 1$ なる条件下で前記熱作用部によりインク中に生起されたバブルを前記吐出口より外気と連通させることを特徴とする請求項5ないし8のいずれかに記載のインクジェット記録方法。

【請求項10】 請求項1ないし4のいずれかに記載のインクジェット記録ヘッドと、該インクジェット記録ヘッドと記録媒体とを相対的に移動させる手段と、前記熱エネルギーを作用させてインク中にバブルを生起させ、当該バブルを外気と連通させて前記記録媒体に向けてインク吐出を行わせる手段と、を具えたことを特徴とするインクジェット記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、インクジェット記録ヘッド、該ヘッドを用いるインクジェット記録方法およびインクジェット記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 インク滴を吐出し、これを被記録媒体上に付着させて画像形成を行なうインクジェット記録方法は、高速記録が可能であり、また比較的記録品位も高く、低騒音であるという利点を有している。さらに、この方法はカラー画像記録が比較的容易であって、普通紙等にも記録でき、さらに装置を小型化し易いといった多くの優れた利点を有している。

【0003】 このようなインクジェット記録方法を用いる記録装置には、一般にインクを飛翔インク滴として吐出させるための吐出口と、この吐出口に連通するインク路と、このインク路の一部に設けられ、インク路内のインクに吐出のための吐出エネルギーを与えるエネルギー発生手段とを有する記録ヘッドが備えられる。例えば、特公昭61-59911号、特公昭61-59912号、特公昭61-59913号、特公昭61-59914号の各公報には、エネルギー発生手段として電気熱変換体を用い、電気パルス印加によってこれが発生する熱エネルギーをインクに作用させてインクを吐出させる方法が開示されている。

【0004】 すなわち、上記各公報に開示されている記録方法は、熱エネルギーの作用を受けたインクが急峻な体積の増大を伴う状態変化を起こし、この状態変化に基づく作用力によって、記録ヘッド部先端の吐出口よりインクを吐出し、この吐出インク滴が被記録媒体に付着して画像形成を行なうものである。この方法によれば記録ヘッドにおける吐出口を高密度に配設することができるので、高解像度、高品質の画像を高速で記録することができ、この方法を用いた記録装置は、複写機、プリンタ、ファクシミリなどにおける情報出力手段として用いることができる。

【0005】 他方、熱エネルギーを使用するものの実現条件は全くないインクジェット記録方法としては、特開昭54-161935号公報に記載される方法がある。この公報では、図1に示すように円筒状発熱体30によって液室内のインク31をガス化させ（図1、(a)）、このガス32をインク滴33と共にインク吐出口より吐出させる（図1 (b)、(c)）。この方法によれば、ガス32を吐出口または吐出口付近から微小滴状に噴出させてしまい、画質は不良となる。この公報の気泡は核沸騰による気泡形成であると認められる。

【0006】 また同様の核沸騰である、例えば特開昭61-185455号公報は、図2に示すように、小開口40を有する板状部材41と発熱体ヘッド42との微小間隙部43に満たされた液状インク44を発熱体ヘッド42によって加熱し（図2 (a)、(b)）、発生した

バブル45によって小開口40からインク滴46を飛翔させると共に、急速に核沸騰で体積増加しているバブル45を形成していたガスをも小開口40から噴出させて(図2(c))記録紙上に画像を形成するものである。

【0007】さらに、同様の核沸騰を開示する特開昭61-249768号公報には、図3に示すように液状インク50に熱エネルギーを作用させてかなり大型化した気泡を形成し、気泡の膨張力に基づいてインク小滴58を形成、飛翔させると同時に気泡を形成していたガスを
10 も大開口52から大気中に噴出させるインクジェット記録装置が単純に記載されている。

【0008】しかしながら、上記特開昭54-161935号、同61-185455号、同61-249768号に共通する構成は、気泡を形成しているガスを微小インク滴として主たるインク滴の吐出と共に大気中に噴出させてしまうことである。この結果、このガスの噴出によってガス化してインクがスプラッシュやミストなどを生じ、その結果記録紙の地汚れとなったり、装置内の
汚れとなることがあった。

【0009】また、例えば特開昭61-197246号
40 公報には、従来の熱エネルギーを用いたインクジェット記録方法を変形させた方法を用いる熱転写的記録装置に関する記載がある。すなわち、この装置では、図4に示すように、記録媒体60に設けられた複数の孔61によって保持されるインク62を、発熱素子63を有する記録ヘッド64によって加熱し、インク滴65を被記録媒体66に吐出する。この記録装置は単発的なインク吐出であり、加えて記録媒体60と発熱素子63とを完全に密着させることが困難であるため、従来の吐出口を有する記録ヘッドを用いたインクジェット記録方法に比べ、熱
30 効率が低下しやすく高速記録に適さないといった問題がある。

【0010】

【背景技術】以上説明したようなインクジェット記録方式の問題点を解決するため、本出願人は、吐出のためにインクを加熱することにより生成される膜沸騰による気泡を、吐出口近傍で外気に連通させて吐出を行うインクジェット記録方式(以下、この方式を連通吐出方式とも言う)について提案した(特願平2-112832号、特願平2-112833号、特願平2-112834
40 号、特願平2-114472号)。

【0011】上記連通吐出方式によれば、気泡を形成しているガスが吐出されるインク滴と共に噴出することはないので、スプラッシュやミストなどの発生を低減し、被記録媒体上の地汚れや装置内の汚れを防ぐことができる。

【0012】また、上記連通吐出方式の基本的な作用として、気泡が生成される部位より吐出口側にあるインクは原理的に全てインク滴となって吐出されるということがある。このため、吐出インク量は、吐出口から上記気
50

泡生成部位までの距離等、記録ヘッドの構造によって定めることができる。この結果、上記連通吐出方式によれば、インク温度の変化等の影響をそれ程受けずに吐出量の安定した吐出を行うことが可能となる。

【0013】以下、図5～図8を参照して上記連通吐出方式について説明する。

【0014】図5(a)および(b)は、上記連通吐出方式を適用して好適な記録ヘッドおよびその吐出方法を示すものであり、この記録ヘッドの具体的インク路構成の2例を示す。しかしながら、本発明はこの構成に限定されないことは勿論である。

【0015】図5(a)に示すインク路構成は、基板(不図示)上に発熱抵抗層(ヒータ)2を具え、この基板に、隔壁や天板が設けられることによって、共通液室Cやインク路Bが形成される。また、これとともにインク路Bの端部に吐出口5が形成される。E1、E2は、それぞれ、ヒータ2にパルス上の電気信号を印加するための選択電極、共通電極を示す。さらにDは保護層である。

【0016】電極E1、E2を介した、記録データに基づく上記電気信号の印加に応じて、電極E1、E2間のヒータ2は、蒸気膜を生じる急激な温度上昇を短時間のうちに発生し(約300℃)、これにより、気泡6が生成される。この気泡6は成長し、やがて吐出口5における基板側の端部Aで大気と連通する。そして、この連通後、安定した吐出インク滴(破線7)が形成される。

【0017】この吐出において、気泡6がその成長過程でインク路Bを完全に遮断しない(インク路B内のインクが吐出口5から突出したインクと連続している)ので後続の吐出に対するリフィルが速やかに行われること、また、300℃以上の比較的高温となった気泡の熱も外気に放出されること等によって大きな蓄熱の問題(蓄熱によるインク粘性低下や気泡形成の不安定化)も生ぜず、各ヒータの駆動デューティを高くすることができる。

【0018】図5(b)は、共通液室Cを不図示としているが、インク路Bを屈曲した形状としているものであり、屈曲部の基板面に発熱抵抗部(ヒータ)2を具えている。吐出口5は、吐出方向にその断面積を減少する形状であり、ヒータ2に対向してその開口が設けられている。この吐出口5はオリフィスプレートOPに形成される。

【0019】図5(b)においても、上記図5(a)の構成と同様に蒸気膜(約300℃)を生じさせて気泡6を生成する。この気泡の生成により、オリフィスプレートOPの厚み部分のインクを吐出方向に押しやり、その部分のインクを希薄にする。その後、気泡6は、吐出口5の外気側周縁A1から内部側の吐出口近傍領域A2の範囲で大気と連通する。この時、気泡6の成長は、インク路を遮断しないもので、吐出方向へ向かう必要のない

5

インクをインク路B内のインクと連続した連続体として残すことができ、インク滴7の吐出量の安定化および吐出速度の安定化を実現することができる。

【0020】このような連通吐出方式によれば、吐出口近傍への気泡成長を急激にしかも確実に行うことができるので、上記非遮断状態のインク路によるリフィル性も手伝って、高安定高速記録を達成できる。また、気泡と大気とを連通させることによって、気泡の消泡過程が無くなり、キャピテーションによるヒータや基板の損傷を防止することもできる。

【0021】以上示したインク吐出に伴う気泡と大気との連通は基本的にヒータ2の配設位置を吐出口5に近づけることによって実現できる。しかしながら、上述したスブラッシュ等の抑制や吐出量の安定化を確実にものとする条件であって、上記図5(a)および(b)に示す構成に適用されて好ましい条件を以下に挙げる。

【0022】第1条件は、気泡の内圧が外気圧より低い条件で気泡を外気と連通させることである。

【0023】すなわち、気泡の内圧が外気圧より低い条件で気泡を外気と連通させることによって、気泡の内圧が外気圧より高い条件で連通させる場合に生じていたスブラッシュ等の吐出口近傍におけるインク飛散を低減でき、また、上記2つの圧力が等しい場合よりも、吐出時の不安定なインクをインク路内に引き込む力がわずかではあるが働くため、より一層安定したインク吐出と不要インクの飛散防止を図ることができる。

【0024】上記第1条件とは別の条件として、気泡の吐出口側端部における移動速度の1次微分値が負となる条件で気泡と外気とを連通させるという第2条件、また、吐出エネルギー発生手段の吐出口側端部から気泡の吐出口側端部までの距離 L_1 、と吐出エネルギー発生手段の吐出口とは反対側の端部から気泡の吐出口とは反対側の端部までの距離 L_2 、とが $L_1/L_2 \geq 1$ を満足する第3条件、もしくは、その両方の条件を満足して気泡と外気を連通させることはより好ましい。

【0025】図6～図8を参照して、上記第1条件をさらに詳しく説明する。

【0026】発泡からの経過時間 t と、気泡体積 V および気泡内圧 P との関係は図6のようになるが、実際には、気泡はその成長の途中で連通するので、これらの関係は図7に示されるようになる。すなわち、図7において、 $t = t_b$ ($t_1 \leq t_b : t_1$ は気泡内圧 p が外気の圧力と等しくなる時刻)の時刻で気泡は外気と連通する。上記第1条件は、このとき気泡内圧 P が外気の圧力(0ATM)より小さいという条件である。

【0027】この条件でインクを吐出させると、気泡内圧 P が外気圧より高い条件で気泡を外気と連通させてインク滴を吐出させる(ガスが大気中に噴出する)場合に比べ、前述したようにインクのみストやスブラッシュによる記録紙や装置内の汚れを防止できる。また、この

6

ように気泡内圧 P を外気圧より小さくして連通させる場合、気泡の体積が比較的増大させてから気泡を外気と連通させることができる。これにより、インクに対して十分な運動エネルギーを伝達することができ、吐出速度が大きくなるという効果も得られる。

【0028】上記第1条件を満たす記録ヘッドは、例えば図5(a)においてヒータ2の位置を吐出口5の方向に近づけた位置に設けてある。これは気泡を外気と連通させるために最も簡便にとれる手法である。しかしながら、単にヒータ2を吐出口5に近づけるだけでは、上記第1条件を満たすことができない。すなわち、上記条件を満たすためには、ヒータの発生する熱エネルギー量(ヒータの構成、形成材料、駆動条件、面積、ヒータの設けられる基体の熱容量等に依る)、インク物性、記録ヘッドの各部の大きさ(吐出口とヒータ間の距離、吐出口や液路の幅および高さ)などを適切に設定することにより、第1条件を満たす状態で外気と連通させることができる。

【0029】具体的には、例えばインク路形状は以下のように、気泡と大気との連通に寄与する。すなわち、インク路形状は、使用する熱エネルギー発生素子の形状によって幅がほぼ決定されてくるものの、具体的関係については経験則によって設定することが多い。しかしながら、インク路の高さが、気泡の上記大気との連通の条件に影響を与えることが明らかとなっている。従って、環境等の外部の影響を受けにくく、またより一層の安定した気泡と大気との連通を行うためには、インク路の幅 W よりもインク路の高さ H を低く($H > W$)することが好ましい。

【0030】また、例えば、連通する時刻を気泡の体積で見れば、気泡が外気と連通しない場合に達するであろう気泡の最大体積、もしくは最大体積の70%以上、より好ましくは80%以上の体積のときに気泡が外気と連通するようにすることが好ましい。

【0031】次に、上記第1条件の別表現である上述の第2条件、すなわち、気泡の膨張速度の1次微分が負となるときの気泡と外気とを連通させるという条件について説明する。

【0032】インクが発泡を開始してから気泡が外気と連通するまでの時間における気泡体積 V および気泡内圧 P の変化および気泡膨張速度 dV/dt の変化を図8に示す。

【0033】この図より、膨張速度の1次微分、すなわち、体積 V の2次微分 d^2V/dt^2 を求めることによってバブルの内圧と外圧との大小関係を知ることができる。すなわち、 $d^2V/dt^2 > 0$ の期間で気泡の膨張速度 dV/dt は増加し、 $d^2V/dt^2 < 0$ で速度 dV/dt は減少する。従って、 $d^2V/dt^2 = 0$ のときに気泡内圧 P と外気圧とが等しくなるといえる。すなわち、 $d^2V/dt^2 > 0$ で、気泡内圧 P は外圧

7

よりも高く、 $d^2 V/dt^2 \leq 0$ のとき気泡内圧力 P は外圧以下である。

【0034】図8で説明すると、発泡開始 $t = t_0$ より $t = t_1$ までは、気泡内圧力 P は、外気圧よりも高く $d^2 V/dt^2 > 0$ となり、 $t = t_1$ より気泡が外気と連通するまでの時間 $t = t_1$ までは気泡の内圧は外気圧以下であり、 $d^2 V/dt^2 \leq 0$ となる。通常は、この一般的理論が成立するが、インクの材質によってあるいはインク路の抵抗によっても気泡体積の変化が生じるので、外気圧との関係はわずかに差を生じる場合がある。このため第1条件以外の条件として $d^2 V/dt^2 < 0$ を満足することは好ましく、また、第1条件とこの第2条件との和は、より好ましいものとなる。

【0035】以上のように、体積 V の2次微分 $d^2 V/dt^2 < 0$ 、すなわち膨張速度の1次微分が負のとき、気泡が外気と連通することにより、気泡内圧力が外気圧より低い条件で連通することができる。

【0036】上記第2条件によれば、気泡と外気との連通時に連通部近傍にあるインクがインクを吐出するために過度に加速度を受けるために主インク滴と分離してしまうといったことを解決することもできる。上記分離が生じた場合、その近傍のインクがスプラッシュ状に飛び散ったり、ミストとなって飛散することが顕著となり、しかも高密度の吐出口配置では吐出口面へのインクの付着による吐出不良を招くことがあるが、これを上記第2条件によって解決することができる。

【0037】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記発明および気泡形成方式の技術をさらに改良せんとするものであり、吐出後オリフィスから後退したインク面（メニスカス）のオリフィス位置への復帰速度をさらに早め、より高い周波数での吐出を実現することを目的とするものである。

【0038】

【課題を解決するための手段】そのために、本発明インクジェット記録ヘッドは、インクを吐出させるための吐出口と、該吐出口に連通する液路と、該液路内に供給されたインクに前記吐出口から吐出を行わせるための熱エネルギーを作用させる熱作用部とを具備し、前記液路の少なくとも一部に、インクを保持するための1以上の凹部を有したことを特徴とする。

【0039】ここで、前記凹部は、インク吐出が生じたときにもインクを保持（気泡によって除去された後リフィル前にはインクを保持するものも含む）してインク吐出後の前記液路内へのインク再充填を促進するために設けられるものである。

【0040】また、前記凹部は前記液路に沿って連続または不連続に設けた溝とすることができる。

【0041】さらに、前記熱作用部上のインクに膜沸騰によるバブルが形成されるように熱エネルギーを発生する

8

素子を有したものとすることができる。

【0042】本発明インクジェット記録方法は、かかる素子を有する記録ヘッドを用い、前記熱エネルギーの作用に伴ってインク中に生じられたバブルを外気と連通させて吐出口からインク吐出を行うことを特徴とする。

【0043】また、本発明インクジェット記録装置は、前記熱エネルギーを発生する素子を有する記録ヘッドと、該インクジェット記録ヘッドと記録媒体とを相対的に移動させる手段と、前記熱エネルギーを作用させてインク中にバブルを生じさせ、当該バブルを外気と連通させて前記記録媒体に向けてインク吐出を行わせる手段と、を具備したことを特徴とする。

【0044】これら方法、装置において、前記連通時に液路は前記気泡で遮断されていないものとすること、前記連通時は、前記気泡の内圧が外気圧以下の条件で前記気泡を外気と連通させるものとすること、前記連通時は、前記気泡の吐出方向先端部の移動速度の加速度が正でない条件で前記気泡を外気と連通させるものとすること、さらには前記熱作用部の吐出口側端部と前記バブルの吐出口側端部との距離 L_a が前記熱作用部の前記吐出口とは反対側の端部と前記バブルの前記吐出口とは反対側の端部との距離 L_b に対して、 $L_a/L_b \geq 1$ なる条件下で前記熱作用部によりインク中に生じられたバブルを前記吐出口より外気と連通させるものとすることができる。

【0045】

【作用】本発明によれば、気泡形成方式のリフィル速度を向上でき、格別には、連通吐出方式における液滴の体積の安定化およびミストやスプラッシュの防止による画像品位の向上と、ヘッド寿命の向上という効果をそのまま生かしながら、吐出後オリフィスから後退したインク面（メニスカス）の吐出口位置への復帰（リフィル）速度をさらに早め、より高い周波数での吐出を実現することができる。

【0046】

【実施例】以下に本発明を詳細に説明する。

【0047】図9は本発明のインクジェット記録ヘッドの要部の一構成例を示す斜視図であって、1液路について天板を外した状態の図である。

【0048】図9の記録ヘッドは、インクを供給するための液室334と、吐出口33と、その間をつなぐ液路335を有するとともに、インクを吐出するために利用されるエネルギーを発生する手段として通電に応じインクに膜沸騰を生じさせる熱エネルギーを発生する電気熱変換素子などの発熱素子を有し、該素子の上方の熱作用部（以下これをヒータという）331が液路335に面してインクに熱エネルギーを作用させる。そして、液路335の内壁面には溝332が設けられている。溝332は本例では液路の天板342側の内壁面と基板側のヒータ331の部分を除く内壁面、両側の側壁面に複数設けら

れているが、所期の効果が得られるのであればいずれかの1面、2面または3面のみに設けられていてもよく、またその本数についても1以上の適宜の数とすることができ、それらはヘッド、インクの特性に鑑みて適宜選択すればよい。また、溝332の形状は深さ・幅それぞれ0.1~10 μ m、長さ方向については、溝332の一端は吐出口333付近にあり、もう一端はヒータ331の液室334側端部付近にあれば十分であるが、良好なリフィル性が得られればその延在範囲は適宜定められ、例えば若干短くてもあるいは長く液室付近にまであっても構わない。さらに、ヒータ331上の膜沸騰が効果的に行われるものであれば、溝はヒータ1上の一部または全部に存在してもよい。

【0049】図10(a)~(f)を用いて、図9に示す記録ヘッドによりインクを吐出するプロセスを説明する。まず、同図(a)の状態からヒータ331に対応した電気熱変換素子に通電し、ヒータ331から熱を作用させると、ヒータ上のインク336は瞬間的に膜沸騰し(図10(b))、発生したバブル338は成長しつつに吐出口333から外部へ突き抜けバブル内のガスは外気と連通する(図10(c))。このとき吐出口333より外側に飛び出しているインクは液滴337となって飛翔し、一方液流路内のインクはヒータ331の液室334側にそのインク面が引いた状態となりメニスカス339を形成している(図10(d))。このメニスカス339はインクの吐出後吐出口333へ向かって復帰(リフィル)する(図10(e))。そして、完全に吐出口333までメニスカスが復帰した状態(図10(f))で次の吐出が可能となるのである。

【0050】図10(d)~(f)において起こっているメニスカス339の復帰の現象は、インクの表面張力とノズル内壁との濡れのとが支配している。すなわち、メニスカスの復帰時、メニスカスが曲面となっているために表面張力によってそのメニスカスを最小面積の平面にしようとする力と、ノズルの内壁とインクとの濡れによってその接触角を小さく保とうとする力との相乗作用によってメニスカスは復帰するのである。

【0051】しかしながら、これらインクのリフィルを支配する力はいずれもインクやノズル内壁の材質に依存する特性であって、従来このリフィル速度をさらに速くしようとする手段としては、従来これらの材質を改良する以外にはノズルの流路抵抗を小さくするといった消極的な手法しかとられてはいなかった。

【0052】本件発明者は、数々の実験を通じて積極的にリフィル速度を向上させることが可能な手段を見出した。

【0053】このリフィル高速化の原理について説明する。図11(a)はメニスカスが最大に後退したときのノズル内のインクの状態を示す図である。バブルが外気と連通する状態で吐出したとき、ヒータ331付近から

吐出口333までの範囲にはほとんどインクがなく、図11(b)に示すようにコーナの部分を除いて内壁面が露出してしまふ。従ってリフィル時にはインクと露出している内壁面との接触線が前進する速度がリフィル速度を規制している。これに対し本例のヘッドの場合は図11(c)のようにメニスカスが最大に引いた状態でも液路のコーナ付近だけでなく溝の中にもインクは残っている。このためインクと内壁面との接触線はコーナと溝に沿って速やかに前進するのである。

【0054】このような溝を基板上に形成する方法としては例えば、電極やヒータ、表面保護層などを形成した上に薄いドライフィルムや液体レジストを重ね、露光現象することによりヒータ部分を露出させるための窓と溝を形成する方法などが利用できる。また、天板に溝を形成する手段としては例えば、基板の場合と同じ方法の他に、微小な工具で切削して形成する方法や予め溝を作り込んだ型を用いてモールドで製造する方法などがある。側壁に溝を形成する手段としては例えば、隔壁を形成するためにドライフィルムを用い、このとき同一波長域に感度を持ち感度の異なるドライフィルムを交互に積層してから露光現像する方法がある。これは、感度の違いによりマスクのエッジ部分の太り方の程度が異なるため側壁面上に溝を形成することができるのである。

【0055】以上述べたように本件発明人は液路内壁に溝を設けることにより、メニスカスの前進速度を早めることができ、その結果リフィルの速度を向上させることができることを見いだした。

【0056】以下具体的な実施例によって本発明を説明する。

【0057】＜実施例1＞図12は本実施例において製作した記録ヘッドの構造を示す図であり、図13はさらにそのうちの1液路について拡大した図である。この記録ヘッドは、ヒータ基板341上に各液路335を隔てるように配置された隔壁343と、隔壁343に接するガラスの透明天板342と、各液路の基板341上に設けられたヒータ331より構成されている。そして、ヒータ331に対応した電気熱変換素子は図示しない電極によって画信号に応じて通電される。液路の高さは一定で25 μ m、幅は40 μ mのストレートタイプである。ヒータ331の形状は、幅32 μ m、長さ40 μ mであり、吐出口333からヒータ331の前端部までの長さは25 μ m、吐出口333から液室334までの長さは200 μ mである。液路の基板側内壁面には溝332が形成してあり、その溝は幅3 μ m、深さ2 μ mで、吐出口333からヒータ331の間とヒータ331と液室との間のヒータ331の後端部から25 μ mの位置まで流路に沿って間隔5 μ mで5本形成されている。一つの記録ヘッド上にはこの液路が63.5 μ mの間隔において48個設けられている。なお、この記録ヘッドは本出願人が既に出願した、ヒータによって発生したバブルを外

気圧よりも低い条件で外気と連通させてインクを吐出する液体噴射記録方法（特願平2-112832号等）による吐出を行う構造の記録ヘッドである。

【0058】この記録ヘッドの製造方法を次に説明する。平坦なシリコンウェハ上に公知の半導体プロセスを用いて、所定間隔で設けた電気熱変換素子、電極、その他の保護膜などを作ったヒータ基板341上に、厚さ2μmのドライフィルムを接着し露光現像し、ヒータ331に相当する部分と溝に相当する部分に対応する部分を形成する。さらにその上に厚さ25μmのドライフィル*10

C. 1. フードブラック

ジエチレングリコール

N-メチル-2-ピロリドン

イオン交換水

よりなる各配合成分を容器中で攪拌し、均一に混合溶解させた後、孔径0.45μmのポリフッ化エチレン系繊維製フィルタで濾過して得た粘度2.0cps（20℃）のインクを用い、電圧9V、パルス幅2.5μsを画信号とともに印加した。このとき駆動する周波数を徐々に上げていったところ、8kHzの周波数まで安定して吐出した。この状態で紙に記録を行ったところ、どのヘッドを用いても安定した高品位な画像を得ることができた。

【0061】なお、このとき吐出の状態をストロボ発光源を吐出に同期して発光させ、天板側から照明しながら顕微鏡で液路内のインクの状態を観察したところ、ヒータ部で発生したバブルは吐出時には吐出口より連通しバブルの縮小過程が観察されず、さらにメニスカスの復帰が速やかに行われるのが観察された。

【0062】＜実施例2＞図14は本発明の他の実施例において製作した記録ヘッドの構造を示す図であり、図15はさらにそのうちの1液路について拡大した図である。この記録ヘッドも実施例1で製作した記録ヘッドと同様に、ヒータ基板341上に各液路335を隔てるように配置された隔壁343と、該隔壁に接するガラスの透明天板342と、各液路の基板341上に設けられたヒータ331より構成されている。ヒータ331に対応した電気熱変換素子は図示しない電極によって画信号に応じて通電される。ノズルの高さは一定で25μm、流路幅は40μmのストレートタイプのノズルである。ヒータ331の形状は、幅32μm、長さ40μmであり、吐出口333からヒータ331の前端部までの長さは25μm、吐出口3から液室4までの長さは200μmである。液路の天板側内壁面には溝2が形成してあり、その溝は幅4μm、深さ3μmで、吐出口333から液室334に向かって200μmの位置まで流路に沿って間隔4μmで5本形成されている。一つの記録ヘッド上にはこの液路が63.5μmの間隔をおいて48個設けられている。なお、この記録ヘッドもまた本件出願人が既に出願した、ヒータによって発生した気泡を外気

*ムを接着し、液路の構造を作り込んだマスクを用い露光現像して隔壁343を形成した。さらに、その上部にガラスでできた天板342を接着する。この後にダイシングソーを用いてこの積層したものを切り放すことによってヘッドのチップを形成する。このようにして製作されたチップに電気回路やインク供給管などを付設して本実施例における記録ヘッドを製作した。

【0059】このようにして製作した記録ヘッドを用いて記録を行った。

【0060】

3. 0重量%

15. 0重量%

5. 0重量%

77. 0重量%

と連通する条件でインクを吐出する液体噴射記録方法（特願平2-112832号等）による吐出を行う構造の記録ヘッドであって、さらに本発明における条件を満たすものである。

【0063】この記録ヘッドの製造方法を次に説明する。実施例1と同様に作成されたヒータ基板341上に、厚さ25μmのドライフィルムを接着し、ノズルの構造を作り込んだマスクを用い露光現像して隔壁343を形成した。さらに、その上部にガラス板の上に厚さ3μmのドライフィルムを接着し露光現像し溝を形成した天板342を接着する。この積層したものを切り放すことによってヘッドのチップを形成する。このようにして製作されたチップに電気回路やインク供給管などを付設して本実施例における記録ヘッドを製作した。

【0064】この記録ヘッドを実施例1と同じ方法で製造し、実施例1と同じインクを用いて、電圧9V、パルス幅2.5μsで駆動したところ、7kHzの周波数までは安定して吐出した。この状態で紙に記録を行ったところ、どのヘッドを用いても安定した高品位な画像を得ることができた。

【0065】なお、このとき吐出の状態をストロボ発光源で吐出に同期して発光させ、天板側から照明しながら顕微鏡で液路内のインクの状態を観察したところ、ヒータ部で発生したバブルは吐出時には吐出口より連通しバブルの縮小過程が観察されず、さらにメニスカスの復帰が速やかに行われるのが観察された。

【0066】＜比較例1＞図16は本発明の比較例の記録ヘッドの構造を示す図である。実施例1で用いたヘッドで溝のない構造のヘッドである。液路の高さは一定で25μm、流路幅は40μmのストレートタイプである。ヒータ331の形状は、幅32μm、長さ40μmであり、吐出口3からヒータ1の前端部までの長さは25μm、吐出口333から液室334までの長さは200μmである。一つの記録ヘッド上にはこの液路が63.5μmの間隔をおいて48個設けられている。なお、この記録ヘッドも本件出願人が既に出願した、ヒ-

タによって発生したバブルを外気圧よりも低い条件で外気と連通させてインクを吐出する液体噴射記録方法（特願平2-112832号等）による吐出を行う構造の記録ヘッドである。

【0067】この記録ヘッドを実施例1と同様の方法で溝を形成するプロセスを行わずに製造し、実施例1と同様の条件で駆動し吐出を試みたところ5kHzという高周波数までは安定な吐出状態が得られたが、それを越えるさらい高い周波数では吐出が安定しなくなった。

【0068】なお、このとき吐出の状態をストロブ発光源と吐出に同期して発光させ、天板側から照明しながら顕微鏡でノズル内のインクの状態を観察したところ、ヒータ部で発生したバブルは吐出時には吐出口より連通しバブルの縮小過程がやはり観察されなかったが、メニスカスの復帰が実施例1のときよりも遅い様子が観察された。

【0069】なお、以上の説明においては、本発明をストレータタイプの記録ヘッドに適用した場合について述べたが、液路が屈曲する構成の記録ヘッド、例えば図5(b)に示したように吐出口とヒータとが対向する記録ヘッドに対しても本発明が有効に適用できるのは勿論である。

【0070】また、上述の各例ではインクのリフィル性を高めるための凹部を溝とし、その配設部位、延在範囲、本数、長さその他の寸法等は上述のようにヘッド、インク等の特性、物性に鑑みて適宜選択できるものとしたが、リフィル性の向上に効果があれば、凹部は長さ方向にわたって連続した溝形状でなくてもよく、また分散配置された凹みであってもよい。それらについても、その配設部位、個数、寸法等はヘッドやインク等の特性、物性に依りて適宜選択できるものである。

【0071】さらに、上例では連通吐出方式の記録ヘッドに本発明を適用した場合について述べたが、非連通吐出方式のヘッドに対してもリフィル性を向上する目的で本発明を適用することもできる。

【0072】図17は上記実施例にかかる記録ヘッドを用いて構成したインクジェット記録装置の実施例の要部を示す概略斜視図である。

【0073】図17において、記録ヘッド101は、紙等の記録媒体（以下記録紙という）107と対向する面に、記録紙107の搬送方向に複数個のインク吐出口（不図示）を具える。また、記録ヘッド101には、複数の吐出口それぞれに連通して液路（不図示）が設けられ、それぞれの液路に対応して、記録ヘッド101を構成する基板にインク吐出のために利用される熱エネルギーを作用するヒータが形成されている。ヒータに対応する電気熱変換素子は、上述のように記録データに応じてこれに印加される電気パルスによって熱を発生し、これにより、インクに沸騰膜を生じこの沸騰膜による気泡の生成に伴って上記吐出口からインクが吐出される。各液

路には、これらに共通に連通する共通液室が設けられており、これに貯留されるインクは、各インク路での吐出動作に応じてそのインク路に供給される。また、この記録ヘッドは、上述のようにリフィル性を高めるための溝等の凹部が形成された液路を有するものである。

【0074】キャリッジ102は、記録ヘッド101を搭載し、また、記録紙107の記録面と平行に延在する1対のガイドレール103と摺動可能に係合する。これにより、記録ヘッド101は、ガイドレール103に沿って移動することができ、この移動に伴って所定のタイミングで上記記録面に向けてインクを吐出することにより記録を行う。上記移動の後、記録紙107を、図中矢印方向に所定量搬送し、再び上記移動を行い記録を行う。このような動作を繰り返すことにより、記録紙107に、順次記録を行っていく。

【0075】上述した記録紙107の搬送は、その記録面の上下にそれぞれ配設された各々1対の搬送ローラ104および105が回転することによって行われる。また、記録紙107の記録面の裏側には、記録面の平面性を保つためのブラテン106が配設されている。

【0076】なお、上述したキャリッジ102の移動は、これに取付けられる不図示の例えばベルトがモータによって駆動されることによって可能となり、また、搬送ローラ104および105の回転も同様にモータの回転がこれらに伝達されることによって可能となる。

【0077】図18は、図17に示したインクジェット記録装置の制御構成を示すブロック図である。

【0078】図18において、CPU200はこの装置各部動作の制御処理やデータ処理等を実行する。ROM200Aには、その処理手順等が格納され他、図10にて説明したような、膜沸騰発生後、気泡の大気連通前にヒータによる熱の作用が終了するような駆動パルスデータが格納される。また、RAM200Bは上記処理実行のワークエリアとして用いられる。

【0079】記録ヘッド101におけるインク吐出は、CPU200がヒータを駆動するための記録データおよび駆動制御信号をヘッドドライバ101Aに供給することにより行われる。また、CPU200は、上記キャリッジ102を移動させるためのキャリッジモータ220や搬送ローラ104、105を回転させるための紙送り（P.F）モータ50の回転を、それぞれモータドライバ220Aおよび50Aを介して制御する。

【0080】なお、本発明を実施するにあたっては、本発明の一特徴を構成するバブル（気泡）連通吐出方式、すなわち、インク吐出のために気泡が生成する過程で、気泡が吐出口において外気と連通する方式が用いられるが、さらに本発明が好適に実施されるには、上記「背景技術」の項で説明した条件1～3および気泡がその生成過程において外気と連通するまではインク路を遮断しない（気泡の生成によって吐出口より突出したインク塊

は、インク路内のインクと連続している) という条件を満たすことが望ましい。

【0081】また、気泡を生成するための熱エネルギー発生手段としては、上記実施例で示した電気熱変換体(ヒータ)以外に、例えばレーザー光を用いることもできる。

【0082】(その他)なお、記録装置が記録できる記録媒体の最大幅に対応した長さを有するフルラインタイプの記録ヘッドに対しても本発明は有効に適用できる。そのような記録ヘッドとしては、複数記録ヘッドの組合

せによってその長さを満たす構成や、一体的に形成された1個の記録ヘッドとしての構成のいずれでもよい。

【0083】加えて、図17に示したシリアルタイプのもので、装置本体に固定された記録ヘッド、あるいは装置本体に装着されることで装置本体との電気的な接続や装置本体からのインクの供給が可能になる交換自在のチップタイプの記録ヘッド、あるいは記録ヘッド自体に一体的にインクタンクが設けられたカートリッジタイプの記録ヘッドを用いた場合にも本発明は有効である。

【0084】また、本発明の記録装置の構成として、記録ヘッドの吐出回復手段、予備的な補助手段等を付加することは本発明の効果を一層安定できるので、好ましいものである。これらを具体的に挙げれば、記録ヘッドに対してのキャッピング手段、クリーニング手段、加圧或は吸引手段、電気熱変換体或はこれとは別の加熱素子或はこれらの組み合わせを用いて加熱を行う予備加熱手段、記録とは別の吐出を行なう予備吐出手段を挙げることができる。

【0085】また、搭載される記録ヘッドの種類ないし個数についても、例えば単色のインクに対応して1個のみが設けられたものの他、記録色や濃度を異にする複数のインクに対応して複数個設けられるものであってもよい。すなわち、例えば記録装置の記録モードとしては黒色等の主流色のみの記録モードだけではなく、記録ヘッドを一体的に構成するか複数個の組み合わせによるか

いずれでもよいが、異なる色の複色カラー、または混色によるフルカラーの各記録モードの少なくとも一つを備えた装置にも本発明は極めて有効である。

【0086】さらに加えて、本発明インクジェット記録装置の形態としては、コンピュータ等の情報処理機器の画像出力端末として用いられるものの他、リーダ等と組合せた複写装置、さらには送受信機能を有するファクシミリ装置の形態を採るもの等であってもよい。

【0087】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、格段の効果を奏せる連通吐出方式においては液滴の体積の安定化およびミストやスプラッシュの防止による画像品位の向上と、ヘッド寿命の向上という効果をそのまま生かしながら、吐出後オリフィスから後退したインク面(メニスカス)の吐出口位置への復帰(リフィル)速度

をさらに早め、より高い周波数での吐出を実現することができるのである。勿論、気泡形成を用いる他の吐出方式にも本発明は有効である。

【0088】さらにこの記録ヘッドを適用することにより、さらに安定した記録ヘッドの製造および吐出を行わせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】インク吐出方法の一従来例を説明するための記録ヘッドの模式的断面図である。

【図2】インク吐出方法の他の従来例を説明するための記録ヘッドの模式的断面図である。

【図3】インク吐出方法のさらに他の従来例を説明するための記録ヘッドの模式的断面図である。

【図4】インク吐出方法のさらに他の従来例を説明するための記録ヘッドの模式的断面図である。

【図5】(a)および(b)は、それぞれ本発明を適用して好適な記録ヘッドおよびその吐出方法を説明するための記録ヘッドの要部断面図である。

【図6】本発明の吐出方法にかかる気泡内圧力および気泡体積の変化を示す線図である。

【図7】本発明の吐出方法にかかる気泡内圧力、気泡体積および気泡膨張速度の変化を示す線図である。

【図8】本発明の吐出方法にかかる気泡内圧力、気泡体積および気泡膨張速度の変化を示す線図である。

【図9】本発明インクジェット記録ヘッドの一実施例の要部を模式的に示す説明図である。

【図10】(a)～(f)は図9に示した記録ヘッドを用いて記録を行うインクジェット記録方法を説明するための説明図である。

【図11】(a)～(c)は、本発明によるリフィル高速化の原理の説明図である。

【図12】本発明の一実施例の記録ヘッドの分解斜視図である。

【図13】その要部拡大図である。

【図14】本発明の他の実施例の記録ヘッドの分解斜視図である。

【図15】その要部拡大図である。

【図16】比較例の記録ヘッドの要部拡大図である。

【図17】本発明の上記各実施例を実施可能なインクジェット記録装置の概略斜視図である。

【図18】図17に示した装置の制御構成の一例を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 331 ヒータ
- 332 溝
- 333 吐出口
- 334 液室
- 335 液路
- 336 インク
- 341 基板

(10)

特開平5-116304

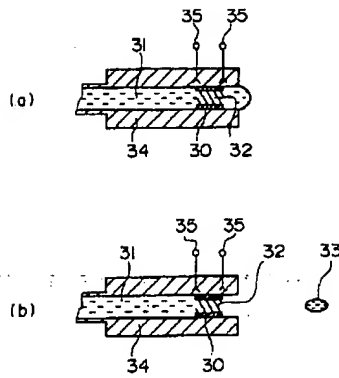
17

18

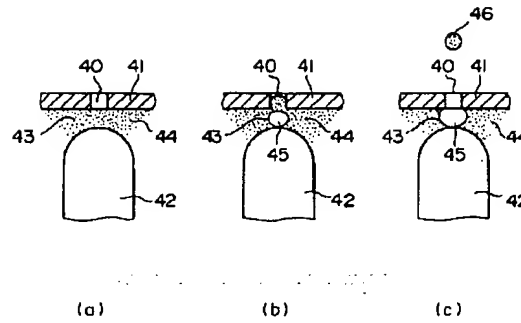
342 天板
101 記録ヘッド
200 CPU

200A ROM
200B RAM

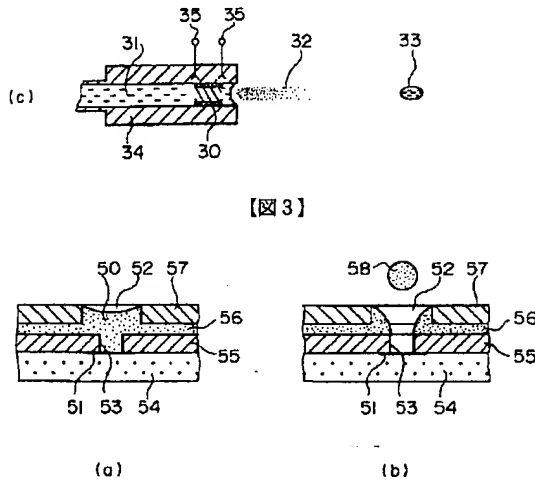
【図1】



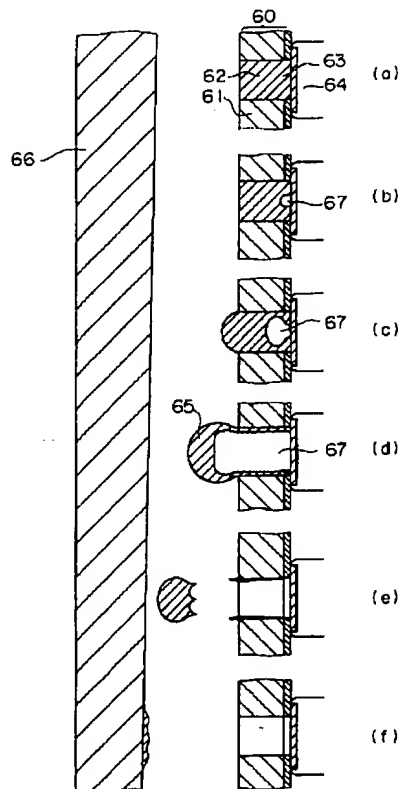
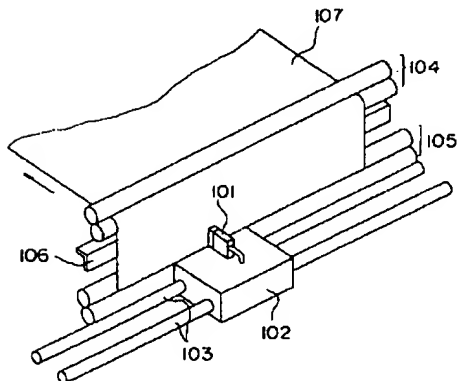
【図2】



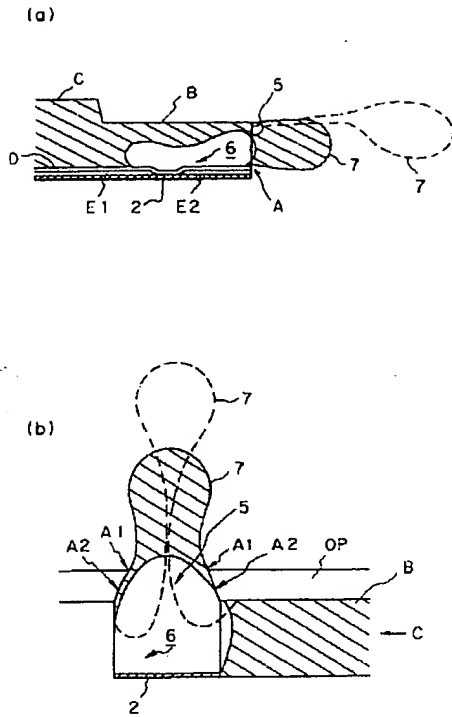
【図4】



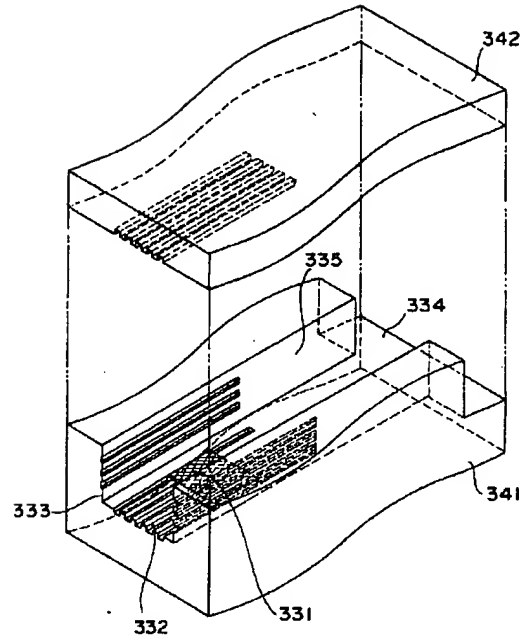
【図17】



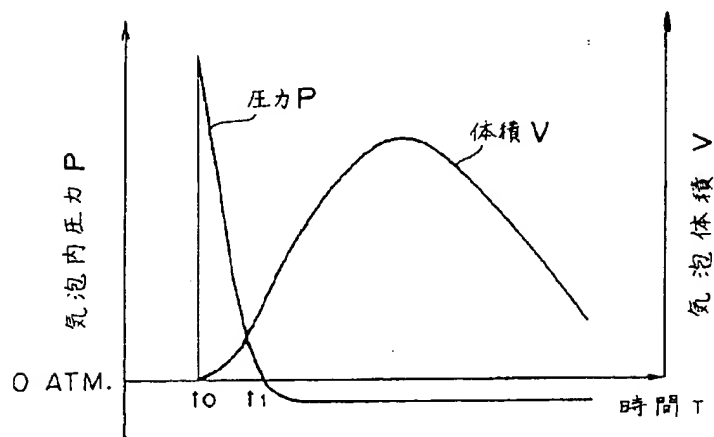
【図5】



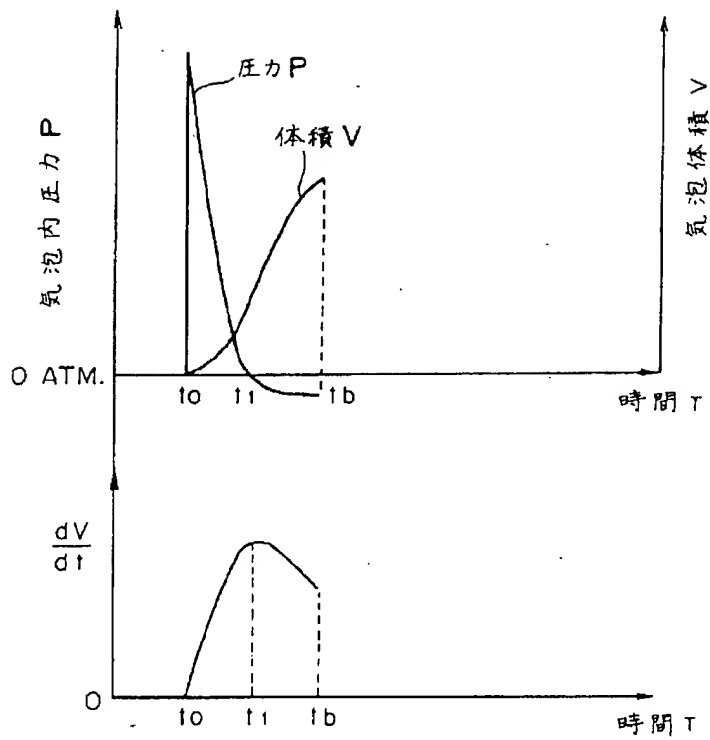
【図9】



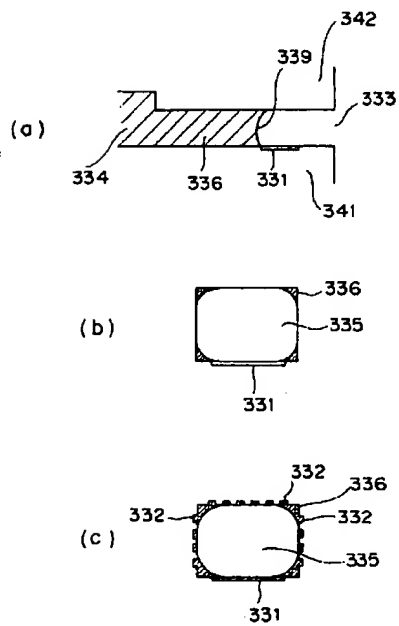
【図6】



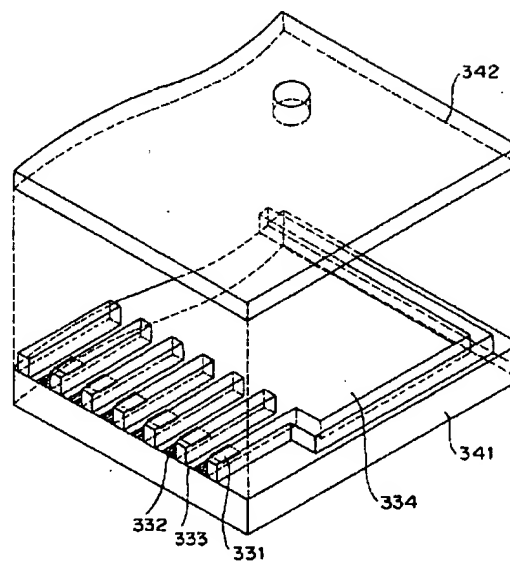
【図7】



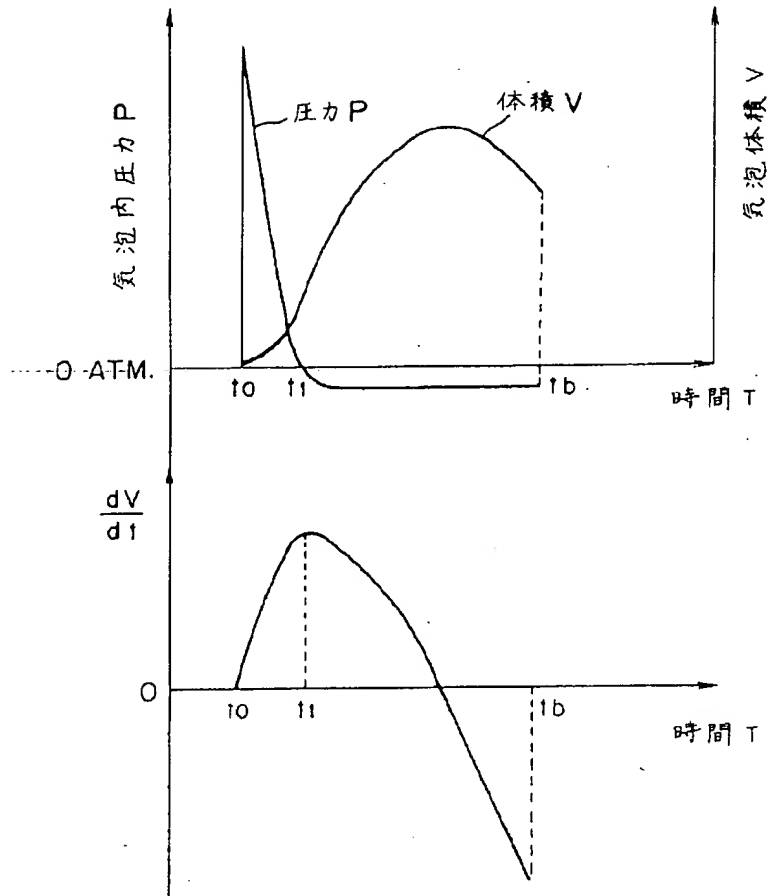
【図11】



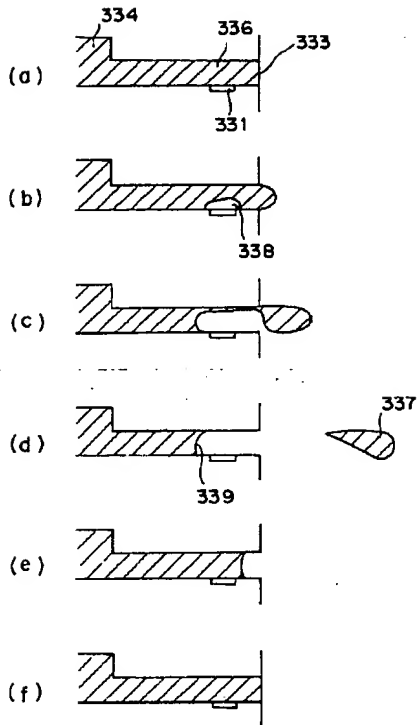
【図12】



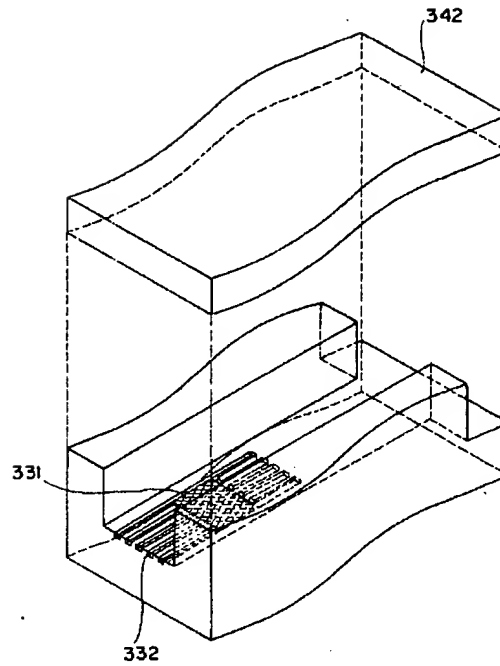
【図8】



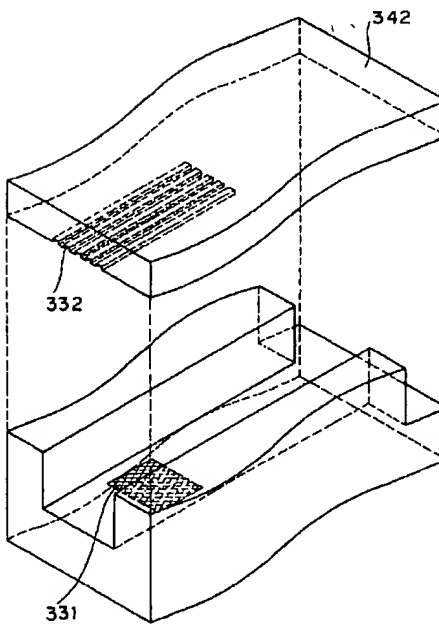
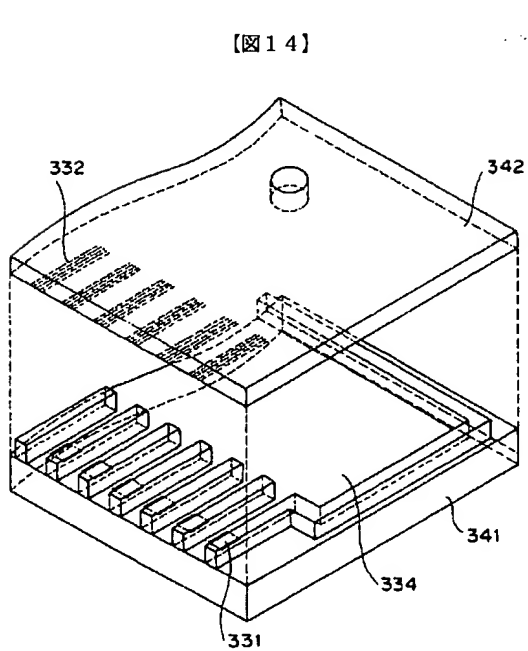
【図10】



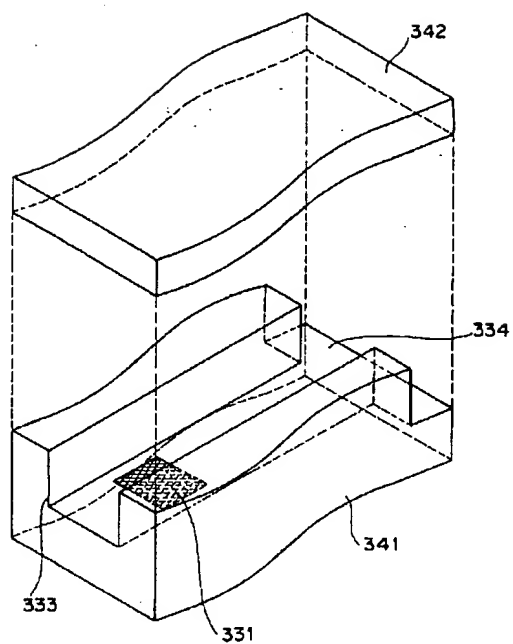
【図13】



【図15】



【図16】



【図18】

